

Form Factor :
$$FF = \frac{V_{o(rms)}}{V_{o(dc)}}$$

DC Murni $FF=1$

DC Tidak Murni FF tidak sama dengan 1

Ripple Factor :
$$RF = \frac{V_{ac}}{V_{o(dc)}} \text{ prosentase}$$

ΔV_o : Tegangan ripple puncak ke puncak

DC Murni komponen ac: $V_{ac}=0$; $RF=0$; $\Delta V_o=0$

DC Tidak Murni $RF > 0$; $V_{ac}>0$; $\Delta V_o > 0$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.34

baik minggu lalu kita sdh membahas parameter kinerja dari rectifier yg paling sederhana yaitu hwr 1 phasa. ini menjadi dasar untuk semua rangkaian rectifier baik satu phasa maupun tiga phasa

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.34

sisi output rectifier bisa ditinjau dalam 2 kategori, yaitu nilai dc yg dilihat dari besarnya tegangan output dc $V_{o(dc)}$ dan faktor bentuk $FF= V_{o(rms)}/V_{o(dc)}$. Syarat dc murni $V_{o(dc)}=V_{o(rms)}$ dan $FF=1$ atau 100%

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.35

DC tidak murni : $V_o(\text{dc})$ tidak sama dengan $V_o(\text{rms})$ dan $\text{FF} > 1$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.35

Tinjauan kedua dari sisi AC yg dilihat dari nilai ΔV_o (ripple tegangan output); kandungan kompoenen AC atau V_{ac} dan Ripple Factor (RF)

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.35

lihat syarat kemurnian dc dan ketidakmurnian dc pada silde 26

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.36

secara praktis/praktek bagaimana mendapatkan nilai2 tersebut

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.36

$V_o(\text{dc})$ didapat dari Voltmeter dc

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.37

$V_o(\text{rms})$ biasanya tidak ada alat ukur yang langsung menunjuk nilai ini. Jika output rectifier diukur dengan Voltmeter ac umumnya akan menunjuk nilai komponen ac nya atau V_{ac} . sehingga $V_o(\text{rms})$ praktisnya didapat dari rumus: $V_{ac} = \sqrt{V_o(\text{rms})^2 - V_o(\text{dc})^2}$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.37

sperti pada slide 25

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.39

sebenarnya ada juga alat yg bisa langsung mendapatkan $V_o(\text{rms})$ seperti fluke 41.b untuk power harmonics. tapi itu snagat mahal. yang bisa kita gunakan adalah true rms voltmeter, yang kalau digunakan mengukur output rectifier pada setelan ac akan menunjuk komponen ac atau V_{ac}

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.40

sementara itu kalau di simulasi PSIM yang terukur justru nilai $V_o(\text{rms})$ nya. Sehingga V_{ac} didapat dari perhitungan

Performance parameters

$$\text{DC Output Power: } P_{o(dc)} = V_{o(dc)} \times I_{o(dc)}$$

$$\text{AC Output Power: } P_{o(ac)} = V_{o(rms)} \times I_{o(rms)}$$

$$\text{Efficiency: } \eta = \frac{P_{o(dc)}}{P_{o(ac)}}$$

$$\text{Form Factor : } FF = \frac{V_{o(rms)}}{V_{o(dc)}}$$

$$\text{Ripple Factor : } RF = \frac{V_{ac}}{V_{o(dc)}}; \quad V_{ac} = \sqrt{V_{o(rms)}^2 - V_{o(dc)}^2}$$

$$RF = \sqrt{\left(\frac{V_{o(rms)}}{V_{o(dc)}}\right)^2 - 1} = \sqrt{FF^2 - 1}$$

27

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.41

parameter unjuk kerja rectifier yang lain adalah seperti tertera pada slide 27

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.41

Daya output dc $P_{o(dc)} = \dots$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.41

Daya output ac $P_{o(ac)} = \dots$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.42

Efisiensi sama dengan: P_o/P_{in}

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.42

P_o yg dimaksud adalah daya output dc

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.43

sementara itu P_{in} adalah daya output sisi input atau $P_{in}(ac)$. dan $P_{in}(ac)$ itu akan sama dengan $P_o(ac)$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.43

sehingga dari sini bisa didapat efisiensinya

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.44

selanjutnya adalah form factor atau FF

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.44

dan Ripple Factor (RF) yang bisa dicari dari beberapa rumus seperti pada slide 27

Performance parameters

$$\text{Transformer Ratio: } a = \frac{V_{s(\text{primer})}}{V_{s(\text{sekunder})}}$$

Transformer Utilization Factor (TUF):

$$TUF = \frac{P_{o(dc)}}{V_{s(rms)} \times I_{s(rms)}} = \frac{V_{o(dc)}^2 / R}{V_{s(rms)} \times V_{o(rms)} / R} = \frac{V_{o(dc)}^2}{V_{s(rms)} \times V_{o(rms)}}$$

$$\text{Crest Factor: } CF = \frac{I_{s(\text{peak})}}{I_{s(rms)}}$$

Power Factor :

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{V_{o(rms)}^2 / R}{V_{s(rms)} \times I_{s(rms)}} = \frac{V_{o(rms)}^2 / R}{V_{s(rms)} \times V_{o(rms)} / R} = \frac{V_{o(rms)}}{V_{s(rms)}}$$

28

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.44

yang berikutnya yang penting adalah power factor atau pF

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.45

pF = P/S; perbandingan daya aktif (P) terhadap daya semu atau daya total (S)

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.46

power factor diukur di sisi input (ac) . maka yang dimaksud P di sini adalah Pin(ac) dan Pin(ac) = Po(ac)

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.46

S adalah daya semu . $S = V_s(\text{rms}) * I_s(\text{rms})$. pada HWR didapat $I_s(\text{rms}) = I_o(\text{rms})$. Perhatikan rangkaiannya. Maka $I_s(\text{rms}) = I_o(\text{rms}) = V_o(\text{rms})/R$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.46

sehingga pada HWR , power factor $pF = V_o(\text{rms})/V_s(\text{rms})$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.48

TUF dan crest factor sepertinya tidak perlu kita bahas sekarang

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.48

dengan demikian semua parameter unjuk kerja rangkaian penyearah terutama HWR 1 phasa sdh dibahas. Ini akan sangat menentukan untuk bahan perbandingan semua jenis rangkaian rectifier

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.49

Dan solusi untuk mendapat unjuk kerja yg lebih bagus dengan memasang filter kapasitor juga sdh dibahas berdasarkan standar dan rekomendasi yg ditetapkan untuk beban dc

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.49

Ok, sebenarnya masih ada satu komposisi beban rectifier yaitu beban Resistor seri dengan Induktor. Mungkin kita pending dulu. kalau ada waktu nanti bisa kita bahas

karena ini cukup kompleks

FULL WAVE RECTIFIER

- The objective of full wave rectifier is to produce a voltage or current which is **purely dc or has some specified dc component**.
- While the purpose of full wave rectifier is **basically the same as that of half-wave rectifier**, full wave rectifier have some fundamental advantages.
- The output of the full wave rectifier has inherently **less ripple** than half wave rectifier.

Baik. Sekarang masuk ke tipe 2 dari rangkaian rectifier 1 phasa yaitu FWR atau Full-wave Rectifier

Tujuannya adalah memperbaiki performansi rangkaian HWR agar diperoleh ripple tegangan output yang lebih kecil

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.52

rangkain FWR ada 2 tipe yaitu: 1. tipe jembatan dengan 4 diode

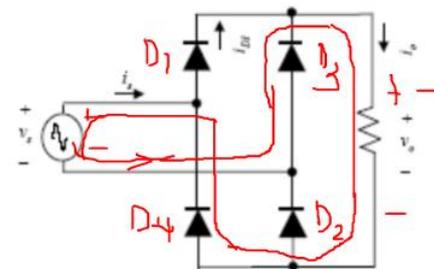
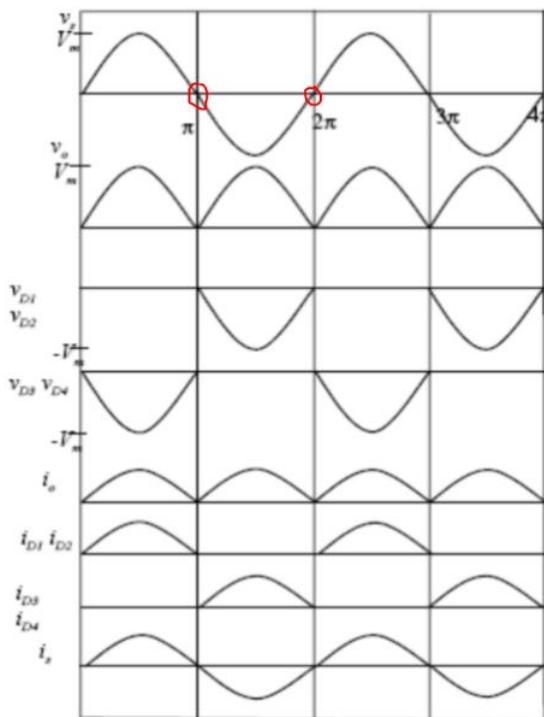
dan kedua tipe center-tap yang hanya menggunakan 2 dioda karena menggunakan trafo center-tap

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.52

tahu tafo center tap ya??

Bridge waveforms



$\pi - 2\pi$ — D_3 ON D_4 ON
 D_1, D_2 OFF
 $V_o = -V_s$



(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.53

slide 57 menunjukkan kedua tipe FWR

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.54

sekarang kita bahas FWR menggunakan 4 dioda atau tipe jembatan

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.55

Pada rangkaian ini, pada saat V_s siklus positif ($0-\phi$) maka D1 dan D2 ON (D3 & D4 OFF) arus mengalir dari sumber melalui D1 menuju beban dan D2 kembali ke sumber. maka pada beban tegangan sama dengan tegangan input. $V_o = V_s = V_m \sin \omega t$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.55

pada saat V_s siklus negatif ($\phi - 2\phi$) maka D3 & D4 ON dan D1 dan D2 OFF. arus mengalir dari sumber melalui D3 menuju beban dan D4 kembali ke sumber. maka pada beban mendapat tegangan positif atau tegangan sama dengan minus tegangan input. $V_o = -V_s = -V_m \sin \omega t$

FULL WAVE RECTIFIER

- However, the diodes ratings for center-tapped is twice than bridge.

$$V_o = \begin{cases} V_m \sin \omega t & \text{for } 0 \leq \omega t \leq \pi \\ -V_m \sin \omega t & \text{for } \pi \leq \omega t \leq 2\pi \end{cases}$$

- The voltage across a resistive load for the bridge rectifier



(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.56

sehingga bisa disimpulkan tegangan output mempunyai fungsi seperti ditunjukkan pada slide 60

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.57

Coba nanti buat rangkaian ekuivalen state ON dan state OFF. Bisa ya??

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

14.57

yaitu saat dioda on skalar nutup, saat dioda off saklar terbuka. nanti digambar tegangan on-off dioda dan cari Von dan Voff diode

$$V_{o(dc)} = \frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} -V_m \sin \omega t d(\omega t) \right)$$

$$V_{o(dc)} = \frac{2 V_m}{\pi}$$

$$I_{o(dc)} = \frac{V_{o(dc)}}{R} = \frac{2 V_m}{\pi R}$$

61

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.00

dari slide 60 dan fungsi Vo maka kita bisa menentukan Vo(dc) dan Vo(rms)

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.01

Vo(dc) bisa dietntukan dengan perumusan pada slide 61. yang didapat bahwa Vo(dc)= 2Vm/phi. Nanti silahkan dibuktikan (jadi tugas)



$$V_{o(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} (V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} (-V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t) \right)}$$
$$V_{o(rms)} = V_{s(rms)}$$

62



(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.03

yang berikutnya menentukan nilai $V_o(rms)$.

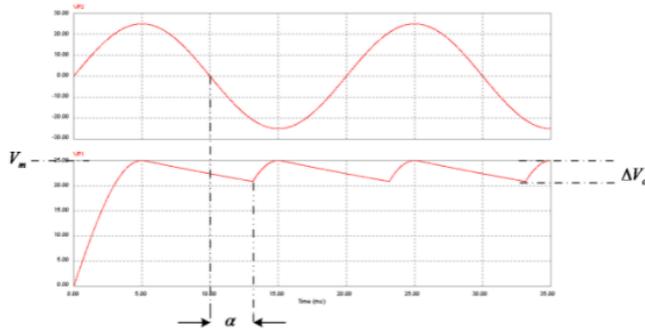
Dengan cara yang sama pada HWR kita bisa menentukannya $V_o(rms)$ via rumus integral pada slide 64 yang akan didapat nilai $V_o(rms) = V_s(rms)$. BUKTIKAN

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.03

slide 62 maksudnya...

Full-wave with R-C load (Ripple Voltage)



Ripple can be approximated as:

$$\Delta V_o = V_m \left(\frac{\pi}{\omega RC} \right) = \left(\frac{V_m}{2fRC} \right)$$

- the average output voltage:

$$V_{o(dc)} = V_m - \left(\frac{\Delta V_o}{2} \right)$$

- The ripple factor:

$$RF = \frac{V_{ac}}{V_{dc}}; \quad \text{where: } V_{ac} = \frac{\Delta V_o}{2\sqrt{2}}; \quad V_{dc} = V_{o(dc)}$$

67

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.05

BAIK. BERIKUTNYA YANG TERKAHIR UNTUK FWR 1 PH

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.05

yaitu menentukan nilai kapasitor filter output

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.06

pada slide 67. dengan cara yang pada HWR yang telah kita bahas sebelumnya maka akan diperoleh rumus $\Delta V_o = V_m / (2fRC)$

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.07

dari rumus ΔV_o tersebut diketahui bahwa nilai ΔV_o pada FWR 1ph akan lebih kecil dari HWR 1ph. perhatikan pembagiannya 2 kali. artinya ini kan menghasilkan ripple setengah dari ripple pada HWR.

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.08

demikian juga seterusnya akan menghasilkan RF yang lebih kecil, V_{ac} yang lebih kecil dan FF yang lebih dekat dengan 1 karena akan lebih mendekati dc murni

1. Pada Single Phase Uncontrolled FWR, Buktikan bahwa:

a.

$$V_{o(dc)} = \frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} -V_m \sin \omega t d(\omega t) \right)$$
$$V_{o(dc)} = \frac{2V_m}{\pi}$$

b.

$$V_{o(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{\pi} (V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} (-V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t) \right)}$$
$$V_{o(rms)} = V_{s(rms)}$$

2. Buat rangkaian ON-OFF State pada Single Phase Uncontrolled FWR dan tentukan Von dan Voff pada Dioda dan urutan gelombang Vs; Vo dan VD

3. Diketahui single phase uncontrolled full-wave rectifier mendapatkan suplai dari tegangan AC 220 Vrms; f=50 Hz di step-down dengan transformator dengan perbandingan 6:1.

- a. Jika rectifier tersebut mensuplai beban resistor 100 ohm, tentukan FF, RF, ΔV_o , Efisiensi dan pF
- b. Jika rectifier tersebut pada soal a dipasang kapasitor filter 1000 μ F, tentukan FF, RF, ΔV_o .
- b. Pada soal a, jika diinginkan $\Delta V_o = 0,5 \%$ terhadap V_{max} , tentukan nilai kapasitor filternya
- c. Pada soal a, jika diinginkan ripple factor tegangan outputnya memenuhi standard internasional, tentukan nilai kapasitor filternya
- d. Buat simulasi dengan PSIM untuk soal a, b, c, d (hitung semua parameter unjuk kerja FF, RF, ΔV_o dari tampilan gelombang hasil simulasi dan bandingkan dengan perhitungan teori)

(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.09

Dan pengendapan nanti ada tugas soal yang kemarin untuk HWR diubah jadi FWR sekaligus membuat komparasinya. misal FF akan lebih baik berapa persen. delta_Vo turun berapa prosen jika dibanding HWR dll



(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.10

sekarang dicoba soal no 3 dulu. sy ingin lihat progresnya sampai jam 16.00 nanti



(Dosen) Ir Moh. Zaenal Efendi MT

15.11

kalau ada yg sdh selesai misal a dan b bisa dikirim ke email sy zenefendi@gmail.com untuk sy tampilkan di slide ini